

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11054865 A**

(43) Date of publication of application: **26 . 02 . 99**

(51) Int. Cl.

**H05K 1/09**

**H01L 23/12**

**H05K 1/11**

**H05K 3/12**

**H05K 3/46**

(21) Application number: **09206038**

(71) Applicant: **KYOCERA CORP**

(22) Date of filing: **31 . 07 . 97**

(72) Inventor: **SASAMORI RICHII**

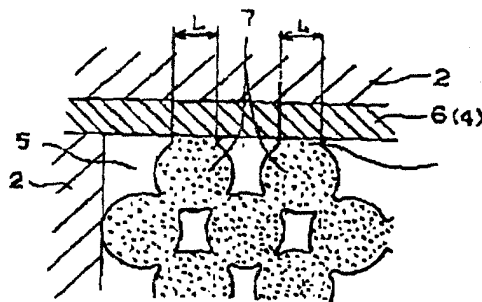
**(54) MULTILAYERED PRINTED WIRING BOARD AND ITS MANUFACTURE**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a multilayered printed wiring board with superior connection reliability between a wiring circuit layer and via hole conductors filled with conductor paste, and its manufacture.

**SOLUTION:** Via hole conductors 5 formed by packing conductor paste containing metallic powder in via holes formed to an insulation layer 2 containing organic resin, and a wiring circuit layer 4 is coated on the front side of the insulation layer 2. Then, a pulse current whose current density is  $1-2000 \text{ A/cm}^2$  and whose pulse width is  $0.01-1000 \text{ msec}$  is applied between the wiring layer 4 and the via hole conductors 5 so as to weld them, in the contact parts between the wiring layer 4 and the via hole conductors 5 such that the average width of each neck is  $1/5$  the diameter of metallic powder or more.

**COPYRIGHT: (C)1999,JPO**



(11)特許出願公開番号

特開平11-54865

(43)公開日 平成11年(1999)2月26日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

FI

H O 5 K 1/09

H O 5 K 1/09

A

H0 1 L 23/12

1/11

N

H05K 1/11

3/12

6 1 0 D

3/12

3/46

N

3/46

**S**

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-206038

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(22) 出願日

平成9年(1997)7月31日

(72)發明者 笹森 理一

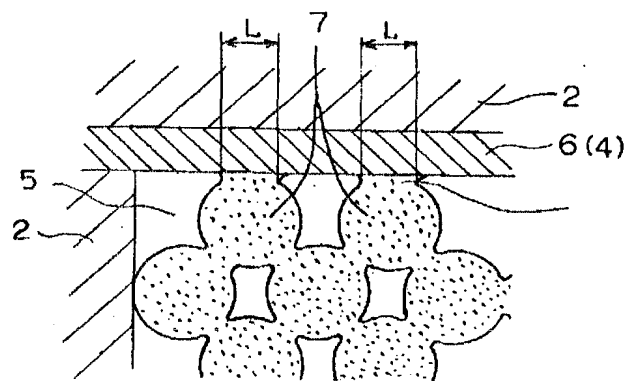
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 多層配線基板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】配線回路層と導体ペーストを充填して形成したパイアホール導体との接続信頼性に優れた多層配線基板とその製造方法を提供する。

【解決手段】有機樹脂を含有する絶縁層に形成したパイアホール内に金属粉末を含む導体ペーストを充填してパイアホール導体を形成した後、前記絶縁層の表面に配線回路層を被着形成し、さらに前記配線回路層と前記パイアホール導体間に $1 \sim 2000 \text{ A/cm}^2$ 、パルス幅が $0.01 \sim 1000 \text{ msec}$ のパルス電流を印加して、前記配線回路層とパイアホール導体間の接触部分をネックの幅が平均で金属粉末粒径の $1/5$ 以上となるように溶接する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】有機樹脂を含有する複数の絶縁層を積層してなる絶縁基板と、該絶縁基板表面および内部に被着形成された配線回路層と、前記配線回路層間を電氣的に接続するために設けられ、少なくとも金属粉末を充填してなるバイアホール導体を具備する多層配線基板において、前記配線回路層と前記バイアホール導体中の金属粉末との接触部分が溶接され、且つ該溶接部におけるネックの幅が、平均で金属粉末粒径の1/5以上であることを特徴とする多層配線基板。

【請求項2】前記配線回路層が、金属箔からなることを特徴とする請求項1記載の多層配線基板。

【請求項3】有機樹脂を含有する絶縁層に形成したバイアホール内に金属粉末を含む導体ペーストを充填してバイアホール導体を形成した後、前記絶縁層の表面に配線回路層を被着形成し、さらに前記導体配線層と前記バイアホール導体間にパルス電流を印加して、前記配線回路層とバイアホール導体間の接触部分を溶接して、該溶接部におけるネックの幅を平均で金属粉末粒径の1/5以上としたことを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項4】印加するパルス電流の電流密度が1~2000A/cm<sup>2</sup>、パルス幅が0.01~1000msec.であることを特徴とする請求項3記載の多層配線基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも有機樹脂を含む絶縁基板の表面および/または内部に、金属粉末を含む導体配線層を形成した、半導体素子収納用パッケージなどに適した多層配線基板とその製造方法に関するものであり、特に、導体配線層とバイアホール導体との接続信頼性の向上に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】従来より、配線基板、例えば、半導体素子を収納するパッケージに使用される多層配線基板として、アルミナ等の絶縁層とW、Moなどの高融点金属からなる配線層とを具備したセラミック配線基板が多用されているが、このようなセラミック配線基板は、硬くて脆い性質を有することから、製造工程または搬送工程において、セラミックの欠けや割れ等が発生しやすく、また、焼結前のグリーンシートにメタライズペーストを印刷して、印刷後のシートを積層して焼結する場合、焼結により得られる基板に反り等の変形や寸法のばらつき等が発生しやすいという問題があり、回路基板の超高密度化やフリップチップ等のような基板の平坦度の厳しい要求に対して十分に対応できないという問題があった。

【0003】そこで、最近では、樹脂を含む絶縁層表面に銅箔を接着した後、これをエッチングして微細な回路を形成した基板や、銅などの金属粉末を含むペーストを絶縁層に印刷して配線層を形成した後、これを積層し、

あるいは積層後に、所望位置にマイクロドリルやパンチング等によりバイア用の孔明けを行い、そのバイア内壁にメッキ法により金属を付着させて配線層を接続して多層化したプリント配線基板が提案されている。また、絶縁層としては、その強度を高めるために、樹脂に対して、粉末状あるいは繊維状の無機質フィラーを分散させた基板も提案されており、これらの複合材料からなる絶縁層上に多数の半導体素子を搭載したマルチチップモジュール(MCM)等への適用も検討されている。

【0004】以上のようなプリント配線板の多層化、配線の超微細化、精密化の要求に対応して、樹脂を含む絶縁層の表面に銅などの低抵抗金属を含む導体ペーストで回路パターンを印刷して配線回路層を形成したり、バイアホール導体をホール内に金属粉末を含む導体ペーストを充填して形成した高密度に多層化された配線基板を作製する試みが行われている。この導体ペーストの充填によってバイアホール導体を形成する方法は、従来のメッキ法によりスルーホール導体を形成するのに対して、バイアホール導体を任意の箇所に設けることができるために、特に高密度配線化に適した方法として注目されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、低抵抗金属を含む導体ペースト中には、絶縁層への印刷性およびホールへの充填性を高めるとともに、金属粉末を互いに結合させるために結合用樹脂を配合させており、しかも金属粉末表面には、高抵抗の酸化膜が生成されやすいことから、金属粉末の接触界面には、樹脂や酸化膜が介在するために、通常の銅箔や銅メッキにより形成された回路またはスルーホール導体よりも抵抗値が高いという問題点があった。

【0006】それに加えて、絶縁基板が有機樹脂を含有している関係上、銅や銀等の低抵抗金属を焼結できるような温度で処理することができないために、配線とバイアホール導体間の接続信頼性が低く、ヒートサイクルやヒートショック等による熱変形さらには振動により、配線回路層とバイアホール導体間との導体抵抗が増大するという問題があるのが現状である。また、この樹脂分を加熱分解したり、通電加熱を行うことなど様々な改良も行われているが、これらの加熱処理においても十分な効果が得られておらず、場合によっては、通電加熱によっては通電時に発生する熱によって絶縁層に対して悪影響を及ぼすなどの問題があった。

【0007】従って、本発明は、配線回路層と導体ペーストを充填して形成したバイアホール導体との接続信頼性に優れた多層配線基板とその製造方法を提供するものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の課題に対して検討を重ねた結果、金属粉末を含む導体ペースト

トを充填して形成したバイアホール導体と絶縁層表面に形成された配線回路層間にパルス電流を印加することで、配線回路層とバイアホール導体との接触部に放電を起こし、電気の導通を妨げていた樹脂や酸化膜を除去すると同時に、配線回路層とバイアホール導体を形成している金属粒子との接触部を絶縁層に影響を与えることなく、部分的に溶接できる結果、配線層の抵抗を格段に下げることができ、さらに導体配線層の接続信頼性を向上させることができる。これにより多層プリント配線板の超微細化、精密化の要求に応えるとともに、バイアホール導体と配線回路層との接続信頼性に優れた高信頼性の導体配線層を形成することができることを知見した。

【0009】即ち、本発明の多層配線基板は、有機樹脂を含有する複数の絶縁層を積層してなる絶縁基板と、該絶縁基板表面および内部に被着形成された配線回路層と、前記配線回路層間に電氣的に接続するために設けられ、少なくとも金属粉末を充填してなるバイアホール導体を具備する多層配線基板において、前記配線回路層と前記バイアホール導体中の金属粉末との接触部分が溶接され、且つ該溶接部におけるネックの幅が、平均で金属粉末粒径の $1/5$ 以上であることを特徴とするものであり、特に前記配線回路層が金属箔からなることを特徴とする。

【0010】また、本発明の多層配線基板の製造方法は、有機樹脂を含有する絶縁層に形成したバイアホール内に金属粉末を含む導体ペーストを充填してバイアホール導体を形成した後、前記絶縁層の表面に配線回路層を被着形成し、さらに前記導体配線層と前記バイアホール導体間にパルス電流を印加して、前記配線回路層とバイアホール導体間の接触部分を溶接して、該溶接部におけるネックの幅を平均で金属粉末粒径の $1/5$ 以上としたことを特徴とし、特に、印加するパルス電流の電流密度が $1 \sim 2000 \text{ A/cm}^2$ 、パルス幅が $0.01 \sim 100 \text{ msec}$ であることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面をもとに説明する。図1は本発明の多層配線基板の構造を説明するための概略断面図である。図1に示すように、本発明の多層配線基板1は、有機樹脂を含む複数の絶縁層2を積層してなる絶縁基板3の表面および内部に配線回路層4が形成され、さらに、異なる層の配線回路層4を電氣的に接続するためのバイアホール導体5を具備するものである。本発明によれば、バイアホール導体5は、少なくとも金属粉末を充填して形成されたものである。

【0012】本発明における大きな特徴は、バイアホール導体5中の金属粉末と絶縁層2の表面に形成された配線回路層4との接触部分が溶接されてなることを特徴とする。具体的には図2に要部拡大図に示すように、例えば、配線回路層4が金属箔6からなる場合、金属箔6とバイアホール導体5中の金属粒子7との接触部分A間に

において、両金属成分によってネックが成長している状態にある。このネックの幅は、金属粉末径の $1/5$ 以上、特に、 $2/5$ 以上であることが重要である。

【0013】このようなネックの成長によって、金属箔からなる配線回路層4とバイアホール導体5とを強固に且つ低抵抗で接続することができる。特に、本発明によれば、金属箔からなる配線回路層4とバイアホール導体5間との初期抵抗は $4.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下まで低減することができる。従って、上記のネック幅が金属粉末径の $1/5$ よりも小さいと、配線回路層4とバイアホール導体5との強固な接続ができずに、ヒートサイクルやヒートショック等により、配線回路層4とバイアホール導体中の金属粉末との接触部分が不安定となる結果、配線回路層4とバイアホール導体間の抵抗が大きくなるという問題が発生する。

【0014】なお、配線回路層4としては、銅、アルミニウム、金、銀の群から選ばれる少なくとも1種、または2種以上の合金からなることが望ましく、特に、銅、または銅を含む合金からなる金属箔が、金属粉末を充填して形成されたバイアホール導体の封止性の点で望ましいが、その他、配線回路層4を、メッキ膜で形成してもその膜の緻密性から金属箔と同様な作用を有する。また、場合によっては、抵抗調整のためにNi-Cr合金などの高抵抗の金属を混合、または合金化してもよい。さらには、配線層の低抵抗化のために、前記低抵抗金属よりも低融点の金属、例えば、半田、錫などの低融点金属を導体組成物中の金属成分中にて $2 \sim 20$ 重量%の割合で含んでもよい。

【0015】また、場合によっては、配線回路層4を少なくとも金属粉末を含むペーストの塗布によって形成してもよい。その場には、配線回路層4とバイアホール導体5間の接触部分は、金属粒子対金属粒子の接触となり、その場合においても金属粒子間において上記と同様なネックの成長により、配線回路層4とバイアホール導体5間の低抵抗で強固な接続が可能となる。

【0016】なお、絶縁層2は、絶縁材料としての電気的特性、耐熱性、および機械的強度を有する熱硬化性樹脂、例えば、アラミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、イミド樹脂、フッ素樹脂、フェニレンエーテル樹脂、ビスマイレイドトリアジン樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アリル樹脂等が、単独または組み合わせで含む。

【0017】また、上記の絶縁層2中には、絶縁基板あるいは配線基板全体の強度を高めるために、有機樹脂に対してフィラーを複合化させることもできる。有機樹脂と複合化されるフィラーとしては、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 、ゼオライト、 $\text{CaTiO}_3$ 、ほう酸アルミニウム等の無機質フィラーが好適に用いられる。

また、ガラスやアラミド樹脂からなる不織布、織布などに上記樹脂を含浸させて用いてもよい。なお、有機樹脂とフィラーとは、体積比率で15:85~50:50の比率で複合化されるのが適当である。これらの中でも、絶縁層の加工性、強度等の点で、エポキシ樹脂、イミド樹脂、フェニレンエーテル樹脂と、シリカまたはアラミド不織布との混合物であることが最も望ましい。

【0018】本発明の多層配線基板は、例えば、具体的に以下の方法によって作製される。

【0019】まず、図3に示すように、非硬化または半硬化の軟質状態の絶縁層20に対して、所定の箇所にバイアホールを形成した後、金属粉末を含む導体ペーストを充填してバイアホール導体21を形成する(図3(a))。

【0020】この絶縁層20は、熱硬化性有機樹脂、または熱硬化性有機樹脂とフィラーなどの組成物を混練機や3本ロールなどの手段によって十分に混合し、これを圧延法、押し出し法、射出法、ドクターブレード法などによってシート状に成形する。そして、所望により熱処理して熱硬化性樹脂を半硬化させる。半硬化には、樹脂が完全硬化するに十分な温度よりもやや低い温度に加熱する。

【0021】また、バイアホールの形成は、ドリル、パンチング、サンドブラスト、あるいは炭酸ガスレーザ、YAGレーザ、及びエキシマレーザ等の照射による加工など公知の方法が採用される。

【0022】また、バイアホール内に充填する金属ペーストは、銅粉末、銀粉末、銀被覆銅粉末、銅銀合金などの、平均粒径が3~10 $\mu$ m、特に3~7 $\mu$ m、最適には3~5 $\mu$ mの低抵抗金属粉末と、粉末100重量部に対して樹脂結合剤を2重量部以下、特に0.05~1重量部の割合で含み、さらには、適当な溶剤等を含む。

【0023】また、場合によっては、適当な硬化剤を含む場合もある。金属粉末の平均粒径が3 $\mu$ mよりも小さいと、金属粉末同士の接触抵抗が増加してバイアホール導体の抵抗が高くなる傾向にあり、10 $\mu$ mを越えるとバイアホール導体の低抵抗化が難しくなる傾向にある。導体ペースト中の溶剤としては、用いる結合用有機樹脂が溶解可能な溶剤であればよく、例えば、イソプロピルアルコール、テルピネオール、2-オクタノール、ブチルカルビトールアセテート等が用いられる。

【0024】上記の導体ペースト中の樹脂結合剤としては、前述した種々の絶縁層を構成する有機樹脂の他、セルロースなども使用される。この有機樹脂は、前記金属粉末同士を互いに接触させた状態で結合するとともに、金属粉末を絶縁シートに接着させる作用をなしている。この有機樹脂は、金属ペースト中において、2重量部を越えると金属粉末間に樹脂が介在することになり粉末同士を十分に接触させることが難しくなり、バイアホール導体の抵抗が大きくなるためである。

【0025】次に、絶縁層24の表面に、配線回路層22を形成する(図3(b))。配線回路層22の形成は、1)絶縁層24の表面に金属箔を貼り付けた後、エッチング処理して回路パターンを形成する方法、2)絶縁層24表面にレジストを形成して、メッキにより形成する方法、3)転写フィルム表面に金属箔を貼り付け、金属箔をエッチング処理して回路パターンを形成した後、この金属箔からなる配線回路層を絶縁層24表面に転写させる方法、4)導体ペーストをスクリーン印刷等の方法で印刷する方法等が挙げられる。

【0026】その後、配線回路層22とバイアホール導体21間に、所望により圧力を印加しながら、パルス電流を印加して、配線回路層22とバイアホール導体21との接触部分を溶接する(図3(c))。

【0027】本発明によれば、上記のように作製された配線基板における導体配線層に対して、パルス電流を印加する。パルス電流を連続して印加すると接触している金属間にプラズマ放電を生じる。このプラズマにより金属粒子表面の酸化膜や付着物が除去されるとともに、放電溶接された状態となって、配線回路層とバイアホール導体中の金属粒子とが導電性を妨げる介在物なしに接触することが可能になり、この結果、通電加熱のみでは達成されなかった低抵抗の配線回路層とバイアホール導体との強固で高信頼性の接続構造を、その周辺の絶縁層に悪影響を及ぼすことなく、形成することができるのである。

【0028】このパルス電流の印加は、配線回路層とバイアホール導体中の金属粉末との溶接部のネックの幅が、平均で金属粉末粒径の1/5以上、特に2/5以上となるように電流を印加することが必要である。

【0029】かかる観点から、パルス電流の印加は、印加するパルス電流の最適条件としては、電流密度が1~2000A/cm<sup>2</sup>、パルス幅が0.01~1000ms、の条件が良好に用いられ、電流密度が1A/cm<sup>2</sup>より低いと、溶接されずに金属粉末間の界面に存在する酸化膜や樹脂の除去が難しく、また2000A/cm<sup>2</sup>を越えると、部分的に発熱が起こり絶縁基板を傷める場合があるためである。また、望ましくは、このパルス電流の印加は、パルス列におけるパルス間隔が0.01~1000ms、印加時間が5秒~5分間、特に10秒~1分間が望ましい。なお、パルス電流の印加は、配線層が形成された絶縁層に対して、平板電極を10kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力で押し当てて行うことが望ましい。

【0030】また、パルス電流の1パルスの波形は、矩形波であることが望ましい。正弦波等も用いられるが矩形波が最も効果的である。また、パルス電流が、直流パルスであることが望ましい。それは、正弦波よりも矩形波のほうが、粒子間の放電が起こりやすく、表面の清浄効果が高く、パルス電流は交流よりも直流のほうが一旦

清洗された粒子表面に汚れ等が付着しにくいためである。

【0031】さらに、上記パルス電流の印加の後に、配線層に通電により加熱処理を施すことにより、さらに配線層の低抵抗化を図ることができる。通電処理は、電流密度 $1 \sim 4000 \text{ A/cm}^2$ の直流、交流でもよく、通電による加熱温度は $100 \sim 350^\circ\text{C}$ の範囲が適当である。この時の温度が $100^\circ\text{C}$ よりも低いと、電気抵抗を下げる効果が小さく、 $350^\circ\text{C}$ を越えると絶縁層や導体配線層を構成する樹脂が分解する場合がある。この通電加熱によって、金属粉末間の接点が発熱し粉末同士の結合力をさらに高めることができる。

【0032】また、この通電加熱は、前述したパルス電流の印加と同時に行うことができる。具体的には、直流のパルス電流と直流電流とを合わせた波形、つまり直流電流波形の上部が矩形波となった電流を印加すると通電加熱による作用と、パルス電流印加による放電溶接作用とを同時に付加することができる。

【0033】その後、図3(a)～(c)と同様な方法によって、配線回路層およびパイアホール導体を形成した後、パルス電流の印加処理により溶接処理を施した複数の配線層を作製して、これらを積層圧着した後、絶縁層中に含まれる熱硬化性樹脂が十分に硬化する温度で加熱して完全硬化させることにより図3(e)の基板を作製することができる。

【0034】なお、上記の製造方法においては、配線回路層と絶縁層との密着強度を高める上では、絶縁層の配線回路層の形成箇所および／または転写シート表面の配線回路層表面の表面を $0.1 \mu\text{m}$ 以上、特に $0.3 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ 、最適には $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ に粗面加工することが望ましい。また、パイアホール導体の両端を金属箔からなる配線回路層によって封止する上では、配線回路層の厚みは、 $5 \sim 40 \mu\text{m}$ が適当である。

【0035】

【実施例】平均粒径が約 $5 \mu\text{m}$ の略球形の酸化珪素70体積%、イミド樹脂30体積%を用いてスラリーを調整

し、このスラリーを用いてドクターブレード法によってキャリアシート上に塗布し、これを $50^\circ\text{C}$ の温度で60分間乾燥して厚み $120 \mu\text{m}$ の絶縁層を完成した。

【0036】次に、前記絶縁層に、NCパンチングにより直径が $0.1 \text{ mm}$ のスルーホールを形成し、そのホール内に、平均粒径 $5.3 \mu\text{m}$ 、銀を3重量部含有する銀被覆銅粉末99.8重量部、セルロース0.2重量部、溶剤として2-オクタノール10重量部とを混合して調製した導電性ペーストを充填した。そして、この絶縁層のパイアホール導体を挟む表面に表裏面、予め、銅箔からなる配線回路層が形成された転写フィルムをそれぞれ積層して、 $50 \text{ kg/cm}^2$ の圧力で圧着した後、転写フィルムを剥がして、配線回路層を転写させた。その後、 $120^\circ\text{C}$ に加熱してペースト中の有機溶剤を揮散除去した後、さらに $250^\circ\text{C}$ で5時間加熱して絶縁層を完全に硬化させた。

【0037】得られた配線基板に対して、パイアホール導体の両端の配線回路層間に表1に示す電流密度およびパルス幅で30秒間パルス電流を印加した。なお、パルス間隔はパルス幅と同じにした。また、一部の基板に対しては、さらに、表1に示す条件で通電加熱を行った。

【0038】そして、これらの処理後の配線基板における導体配線層の初期抵抗値を測定した。また、 $85^\circ\text{C}$ 、85%相対湿度において1000時間経過後の導通抵抗(テスト1)と、95%相対湿度中、 $-65 \sim +140^\circ\text{C}$ の温度範囲において1000サイクル後の導通抵抗(テスト2)を測定し、それぞれの条件における抵抗変化率を計算し表1に示した。

【0039】また、配線回路層の銅箔と、パイアホール導体との接触状況を走査型電子顕微鏡写真により観察し、溶接によるネックの成長の有無と、そのネック幅／金属粒子径の平均を求め、表1に示した。

【0040】

【表1】

試料 No.	パルス電流印加条件		通電加熱条件		初期 抵抗値 ( $\Omega\text{-cm}$ ) $\times 10^{-4}$	抵抗変化率 (%)		ネック 比
	電流密度 ( $\text{A/cm}^2$ )	パルス幅 (sec)	電流密度 ( $\text{A/cm}^2$ )	通電時間 (sec)		テスト1	テスト2	
* 1	処理なし		処理なし		63	10.5	10.3	0
* 2	処理なし		2000	60	58	9.6	9.5	0
* 3	0.5	0.01	処理なし		55	9.5	9.3	0.07
* 4	0.7	0.01	処理なし		50	9.3	9.1	0.11
* 5	0.7	0.05	処理なし		52	9.6	9.3	0.18
6	100	0.01	処理なし		28.2	4.5	4.3	0.21
7	100	0.02	処理なし		30.1	4.7	4.5	0.21
8	100	0.05	処理なし		30.8	4.8	4.6	0.20
9	500	0.02	処理なし		9.6	4.3	4.3	0.23
10	500	0.05	処理なし		10.1	4.5	4.4	0.22
11	1000	0.01	処理なし		7.3	3.9	3.7	0.30
12	1000	0.02	処理なし		7.5	4.0	3.8	0.29
13	1000	0.02	2000	60	7.0	3.7	3.6	0.32
14	1000	0.02	3000	60	6.8	3.5	3.4	0.36
15	1000	0.02	3500	60	6.6	3.1	3.2	0.38
16	1000	0.05	2000	60	7.2	3.3	3.2	0.32
17	1500	0.02	処理なし		7.3	3.3	3.1	0.31
18	1500	0.02	2000	60	6.9	3.0	2.9	0.35
19	3000	0.02	処理なし		7.0	3.6	3.5	0.40

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0041】表1の結果によれば、パルス電流を印加することにより、配線回路層とパイアホール導体との接触部分、即ち、金属箔と金属粒子との接触部をネック幅／金属粉末粒径比率が1／5以上となるように溶接した試料は、配線回路層－パイアホール導体－配線回路層間の初期抵抗を $4 \times 10^{-5} \Omega\text{-cm}$ 以下まで低下させることができ、しかも、サイクル試験においても抵抗の変化が5%以下の優れた耐久性を示し、長期にわたり接続信頼性の高いことが確認された。なお、パルス電流の印加に加え、通電加熱処理を施すことにより、さらに低抵抗化と抵抗変化率の低減を達成することができた。但し、パルス電流の電流密度が $2000 \text{ A/cm}^2$ を越える試料No. 19では、初期抵抗、抵抗変化率とも低い、パイアホール導体周囲の絶縁層に変色が見られた。

【0042】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の多層配線基板によれば、配線回路層と少なくとも金属粉末を含むパイアホール導体との間にパルス電流を印加することにより、配線回路層と金属粉末間の接触部を溶接することができるために、導体配線層の比抵抗を大幅に低減することができるとともに、ヒートサイクルやヒートショック

等の熱変形や振動による接続信頼性の低下を抑制することができる。これにより、配線層の微細化と高密度化に十分対応することができる十分に対応することができ、超微細化、精密化の要求の応えうることのできる高信頼性の多層配線板を作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多層配線基板の構造を説明するための概略断面図である。

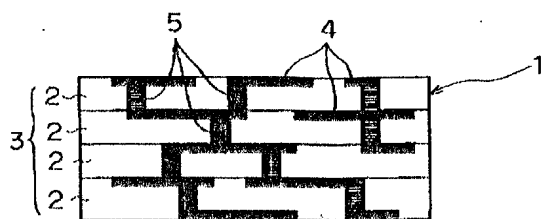
【図2】本発明における配線回路層とパイアホール導体との接触部分の要部拡大断面図である。

【図3】本発明における多層配線基板の製造工程を説明する工程図である。

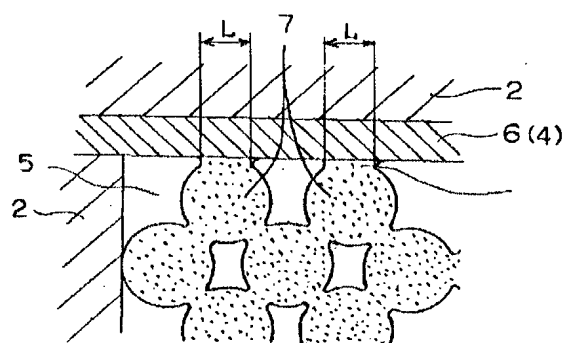
【符号の説明】

- 1 多層配線基板
- 2 絶縁層
- 3 絶縁基板
- 4 配線回路層
- 5 パイアホール導体
- 6 金属箔
- 7 金属粒子

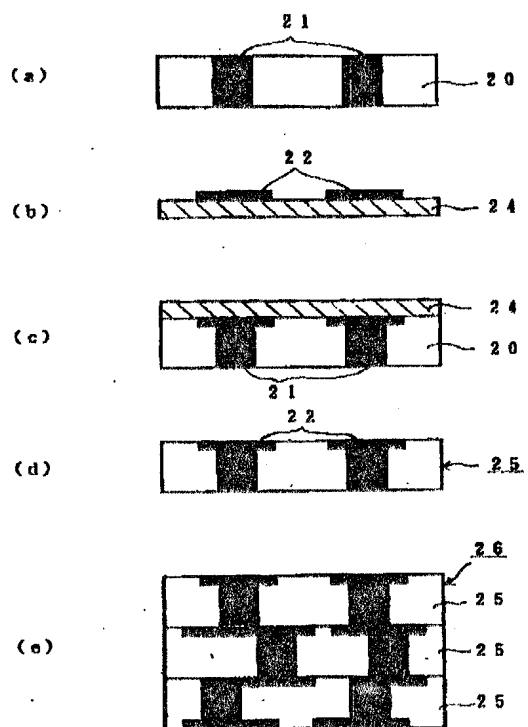
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H 0 5 K 3/46

識別記号

F I

H 0 1 L 23/12

N

Q